

## German/Translation

Federal Republic of Germany  
German Patent Office

**Preliminary Published Application: DE 41 43 314 A1**

International Class: C 12 G 3/00, C 12 G 3/08

File No.: P 41 43 314.9

Date of Application: 8 May 1991

Date of Publication: 8 Oct. 1992

Internal Priority: 13 March 1991, DE 41 08 150.1

Applicant: Klaus Rennebeck

Inventor: Inventor to be named later

Title:

**PROCESS FOR PRODUCTION OF DEALCOHOLIZED BEER**

**Summary**

To reduce the thermal stress on the beer during the dealcoholization process by pervaporation with favorable overall energy efficiency, according to the invention, before the pervaporation the carbon dioxide is removed from the beer through a membrane and later returned, and the alcohol of the permeate is burned, its combustion energy being used to heat or cool the process, and the combustion products, highly pure water and also highly pure carbon dioxide are utilized for reenrichment of the dealcoholized beer.

**Description**

The invention concerns a process for the production of dealcoholized beer by pervaporation where the harmful effects on the end product are essentially compensated.

Pervaporation is the most widespread process used for dealcoholization of beverages (Chemische Technik, Leipzig 41 (1989), p. 373 and p. 509). This process is necessarily linked to a thermal stress on the beverage which it has been attempted to reduce in its integral effect on the liquid volume by heating only the membrane (DE 34 22 022) or heating the entire "raw medium" while maintaining there the most uniform and optimal

temperature possible, i.e. not above that absolutely necessary for the physical process (DE 33 04 956). Without additional technical measures, here especially losses of beer taste are to be feared. This is also due to the fact that carbon dioxide is lost from the taste factor in the broader sense and part of the water passes into the permeate.

Distillation processes are also known for dealcoholization in which the original flavoring substances and not the distillation-typical substances are desired and are preserved by returning the original ones from the distillate back to the retentate (DE 38 19 526). This is also said to be little promising because of the high thermal stress especially in the case of beer. Besides this the total energy costs are generally higher than in the case of the membrane process (Chemische Technik Leipzig 41 (1989), p. 373).

In the context of the invention it is inclusively known that beverages can be carbonated through a membrane (DE 34 31 906). A flavor impairment is not to be expected here but also no contribution to compensation of the same.

The invention has the objective of producing a dealcoholized beer by pervaporation with minimal thermal effects, with compensation for the resulting unavoidable flavor impairment, and with a favorable degree of energy efficiency.

According to the invention this problem is solved by removing the carbon dioxide from the beer through selective membranes before the pervaporation and then returning it, while the permeate is returned after utilization of the combustion energy of the

alcohol. Advantageously the combustion energy of the alcohol is used for cooling the beer and/or carbon dioxide, and the combustion products are used for water and carbon dioxide enrichment of the beer. The combustion energy can also be used to heat the brewing vessel during beer production.

It may also be advantageous to perform the combustion of the alcohol with air enriched in oxygen through selective membranes.

The holding time of the retentate in the membrane pervaporator determines the degree of dealcoholization or alcohol impoverishment.

The necessary feeding of water into the retentate after the treatment of the water in an ultraviolet germ killing installation or ultrafiltration stage can also be done together with carbon dioxide as dry ice, which would entail the back cooling of the treated beer.

The retentate in buffer storage may also be cooled during the carbonation advantageously by zeolite-adsorption cooling; the zeolite reaction heat is reutilized during beer production for the brewing vessel in an essentially closed energy cycle in the sense of the invention.

In the same sense the alcohol from the permeate is burned in an absorption refrigeration installation while utilizing its energy, advantageously yielding highly pure water and carbon dioxide which can be fed back into the material cycle of the dealcoholized beer.

The invention is explained in more detail in the following by way of an example of embodiment. The appended drawing repre-

sents a process engineering flow chart of the essentially closed energy and material cycle according to the invention.

Important for realization of the process are membranes with the following permeability properties at 21°C: 1.4 bar pressure difference, 30  $\mu\text{m}$  thickness and 0.0055  $\text{m}^2$  pervaporation cross-section.

Gas	Measurement volume (ml)	Measurement time (s)	Permeability ( $10^{-10} \text{ cm}^3 \text{ cm/cm}^2 \text{ 2 cmHg}$ )
N <sub>2</sub>	0.01	42.7	1.2
CH <sub>4</sub>	0.01	10.9	4.7
O <sub>2</sub>	0.1	46.1	11.3
CO <sub>2</sub>	1.0	200	25.6
H <sub>2</sub>	1.0	80.5	63.6

These membranes can advantageously be used in totally different engineering phases of the process according to the invention. In the form of membrane tubes in which 1  $\text{m}^2$  of pervaporation cross section is divided up over a pipe bundle of 500 units with 0.4 mm outer diameter and 50  $\mu\text{m}$  wall thickness, such a pervaporator weighs only 0.25 kg.

According to the appended drawing the untreated beer is passed from a filler opening 1 through a three way cock (not shown) and a check valve to the supply container 2 and from there to the pervaporator 3. The alcohol-rich permeate passes into the permeate collecting container 4; the alcohol-poor retentate passes into the retentate collector 5. Before the latter can be removed after passing through the cooler 6 at the cock 7 highly pure water from the hydrogen flame is added whose feed is indicated above the gas cooler 8 together with highly pure carbon dioxide and the highly pure water from the combustion of the

permeate alcohol. Both substances are fed into the dealcoholized beer in the cooler 6 for enrichment according to the invention. The feed in the form of gas is shown. however, since further cooling in the gas cooler 8 is very protective to the flavor and highly efficient in terms of cooling engineering the enrichment may also be accomplished in the form of ice and dry ice.

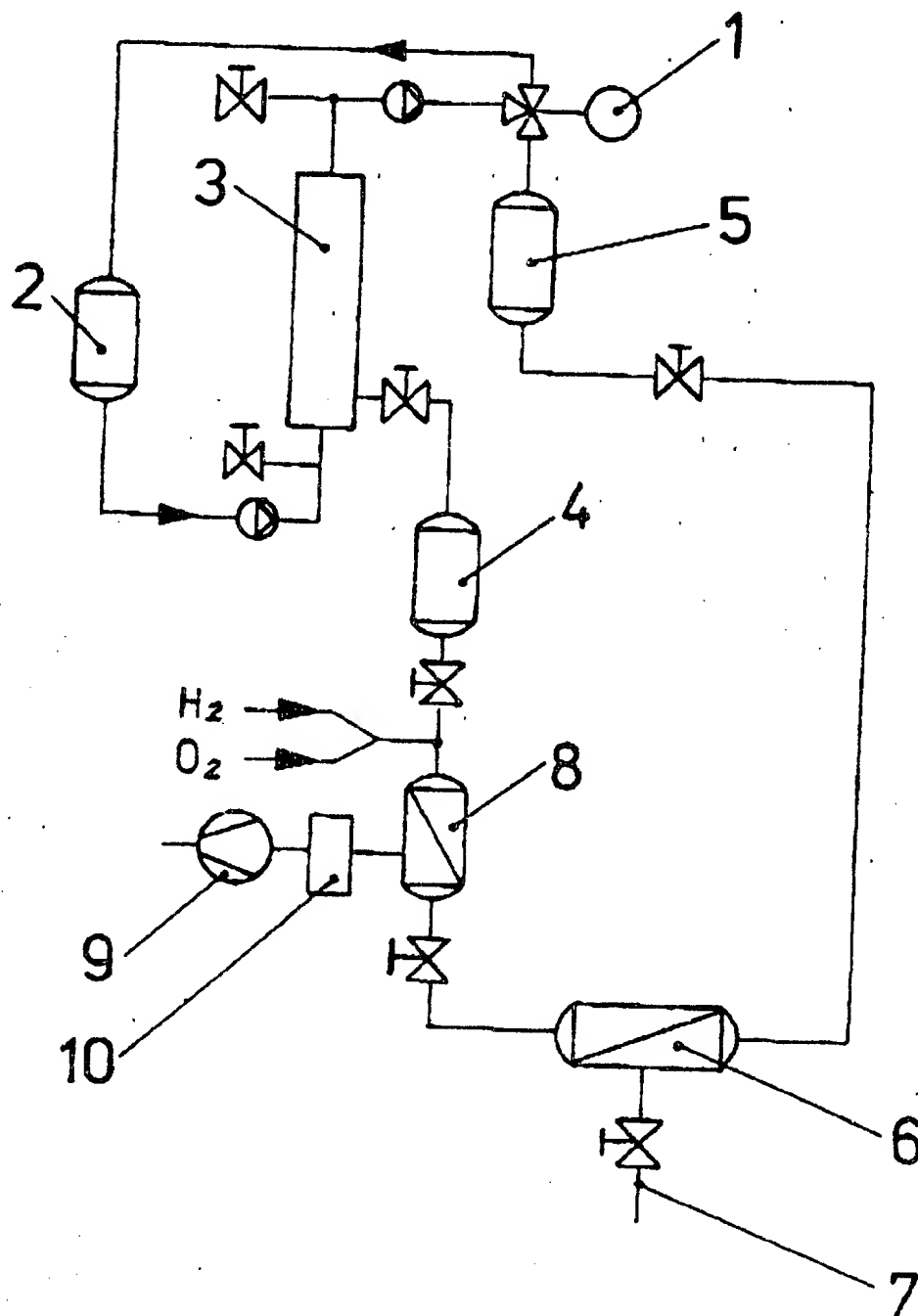
It is advantageous to produce a vacuum in the gas cooler 8 by using a vacuum pump 9. The gas drawn off must pass through a drier 10 which contains the zeolite whose latent heat can be utilized in the water absorption/water release cycle. In order to prevent "poisoning" of the zeolite by alcohol condensate a hydrophobic membrane, e.g. according to EP 0 192 143, may be interposed or may even constitute the dryer 10 itself.

#### **Claims**

1. Process for the production of dealcoholized beer by pervaporation characterized by the fact that before the pervaporation carbon dioxide is removed from the beer by selective membranes and then added back to it while the permeate is fed in after utilization of the combustion energy of the alcohol.
2. Process as in claim 1 characterized by the fact that the combustion energy of the alcohol is utilized for cooling the beer and/or carbon dioxide and the combustion products are utilized for enrichment of the water and carbon dioxide of the beer.
3. Process as in claim 1 characterized by the fact that the combustion energy of the alcohol is utilized for heating the brewing vessel during beer production.

4. Process as in claims 1-3 characterized by the fact that the combustion of the alcohol is accomplished with oxygen-enriched air thorough selective membranes.

One page of drawings appended.



208 041/328



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 41 43 314 A 1

⑤① Int. Cl. 8:  
C 12 G 3/00  
C 12 G 3/08

99-5-82

DE 41 43 314 A 1

②① Aktenzeichen: P 41 43 314.9  
②② Anmeldetag: 8. 5. 91  
②③ Offenlegungstag: 8. 10. 92

③① Innere Priorität: ②② ③③ ③①

13.03.91 DE 41 08 150.1

⑦① Anmelder:

Rennebeck, Klaus, 7317 Wendlingen, DE

⑦② Erfinder:

Erfinder wird später genannt werden

⑤④ Verfahren zur Herstellung entalkoholisierten Biers

⑤⑦ Zur Verminderung der thermischen Belastung des Bieres bei der Entalkoholisierung durch Pervaporation mit günstigem energetischen Gesamtwirkungsgrad wird erfindungsgemäß vor der Pervaporation dem Bier Kohlendioxid durch eine Membran entzogen und danach wieder zugeführt sowie der Alkohol des Permeats verbrannt, seine Verbrennungsenergie zum Heizen oder Kühlen dieses Prozesses und die Verbrennungsprodukte hochreines Wasser und ebensolches Kohlendioxid zur Wiederanreicherung des entalkoholisierten Bieres genutzt.

DE 41 43 314 A 1



## DE 41 43 314 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung entalkoholisierten Biers durch Pervaporation, wobei Beeinträchtigungen des Endproduktes weitgehend kompensiert werden sollen.

Die Pervaporation ist das verbreitetste Verfahren zur Entalkoholisierung von Getränken (Chemische Technik, Leipzig 41 (1989), S. 373 und 509). Dieses Verfahren ist zwangsläufig mit einer thermischen Belastung des Getränks verbunden, die man in ihrem Wirkungsbereich auf das Flüssigkeitsvolumen beispielsweise dadurch klein zu halten versucht hat, daß man nur die Membran beheizt (DE 34 32 022) oder daß man zwar das ganze "Rohmedium" beheizt, aber dort eine möglichst gleichmäßige und optimale, d. h. nicht über der für den physikalischen Prozeß unbedingt erforderlichen liegende Temperatur einhält (DE 33 04 956). Ohne weitere technische Maßnahmen sind hier insbesondere bei Bier Geschmackseinbußen zu befürchten. Dazu gehört auch, daß Kohlendioxid aus Geschmacksfaktor im weiteren Sinne verloren geht und ein Teil Wasser ins Permeat gelangt.

Es sind auch Destillationsverfahren zum Entalkoholisieren bekannt, bei denen die ursprünglichen Geschmacksstoffe und nicht die destillationstypischen erwünscht sind und erhalten werden sollen, indem die ursprünglichen aus dem Destillat in das Retentat zurückgeführt werden (DE 38 19 527). Auch dies dürfte wegen der hohen thermischen Belastung speziell bei Bieren wenig erfolgversprechend sein. Überdies ist der Gesamtenergieaufwand generell höher als bei einem Membranverfahren (Chemische Technik, Leipzig 41 (1989), S. 373).

Im Zusammenhang der Erfindung ist es einschließend bekannt, Getränke durch eine Membran hindurch zu karbonisieren (DE 34 31 906). Eine geschmackliche Beeinträchtigung ist hier nicht zu erwarten, aber auch kein Beitrag zu einer Kompensation derselben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, entalkoholisiertes Bier durch Pervaporation unter minimaler thermischer Einwirkung und Kompensation daraus resultierender unvermeidlicher geschmacklicher Beeinträchtigungen mit günstigem energetischen Gesamtwirkungsgrad herzustellen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst, indem dem Bier vor der Pervaporation Kohlendioxid durch selektive Membranen entzogen und danach wieder zugeführt wird, während eine Zuführung des Permeats nach Ausnutzung der Verbrennungsenergie des Alkohols erfolgt.

Vorteilhaft ist es, wenn die Verbrennungsenergie des Alkohols zur Kühlung des Bieres und/oder des Kohlendioxids und die Verbrennungsprodukte zur Wasser- und Kohlendioxidanreicherung des Bieres verwendet werden. Die Verbrennungsenergie kann auch zur Beheizung des Sudkessels bei der Bierherstellung herangezogen werden.

Es kann auch vorteilhaft sein, die Verbrennung des Alkohols mit durch selektive Membranen sauerstoffangereicherter Luft vorzunehmen.

Die Verweilzeit des Retentats im Membran-Pervaporator bestimmt die Entalkoholisierung bzw. Alkoholverarmung.

Die erforderliche Wassereinspeisung in das Retentat kann nach Behandlung des Wassers in einer Ultraviolett-Entkeimungsanlage oder Ultrafiltrationsstufe auch zusammen mit Kohlendioxid als Trockeneis erfolgen,

womit die Rückkühlung des behandelten Bieres einbezogen wäre.

Der Retentat-Pufferspeichereinhalt kann bei der Karbonisierung auch durch Zeolith-Adsorptionskühlung vorteilhaft gekühlt werden; die Zeolith-Reaktionswärme wird im Sinne der erfindungsgemäß weitgehend geschlossenen energetischen Kreisläufe wieder beim Sudkessel der Bierherstellung genutzt.

Im gleichen Sinne wird der Alkohol aus dem Permeat in einer Absorptionskälteanlage energieausnützend verbrannt, wobei vorteilhafterweise hochreines Wasser und Kohlendioxid anfallen, die im stofflichen Kreislauf dem entalkoholisierten Bier wieder zugeführt werden.

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Die beigefügte Zeichnung stellt ein verfahrenstechnisches Schema des erfindungsgemäß weitgehend geschlossenen energetischen und stofflichen Kreislaufs dar.

Wichtig zur Realisierung des Verfahrens sind Membrane mit folgenden Durchlaßeigenschaften bei 21°C: 1,4 bar Druckdifferenz; 30 µm Dicke und 0,0055 m<sup>2</sup> Pervaporations-Querschnitt:

Gas	Meßvolumen (ml)	Meßzeit (s)	Permeabilität (10 <sup>-10</sup> cm <sup>3</sup> cm/cm <sup>2</sup> 2 cm.Hg)
N <sub>2</sub>	0,01	42,7	1,2
CH <sub>4</sub>	0,01	10,9	4,7
O <sub>2</sub>	0,1	46,1	11,3
CO <sub>2</sub>	1,0	200	25,6
H <sub>2</sub>	1,0	80,5	63,6

Diese Membranen können in vorteilhafter Weise in ganz unterschiedlichen technologischen Phasen des erfindungsgemäßen Verfahrens Anwendung finden. In Form von Membran-Röhrchen, bei denen 1 m<sup>2</sup> Pervaporations-Querschnitt auf ein Röhrchenbündel von 5000 Stück mit 0,4 mm Außendurchmesser und 50 µm Wanddicke aufgeteilt sind, wiegt ein solcher Pervaporator lediglich 0,25 kg.

Nach der beigefügten Zeichnung wird das unbehandelte Bier von einer Einfüllöffnung 1 über nicht näher bezeichnete Dreiwegehähne und Rückschlagventile zum Vorratsbehälter 2 und von da zum Pervaporator 3 geleitet. Das alkoholreiche Permeat gelangt in den Permeat-Sammelbehälter 4; das alkoholarme Retentat in den Retentat-Sammelbehälter 5. Bevor letzteres nach Durchlaufen des Kühlers 6 am Hahn 7 entnommen werden kann, erfolgt die Zugabe von hochreinem Wasser aus der Wasserstofflampe, deren Speisung oberhalb des Gaskühlers 8 angedeutet ist, sowie hochreinen Kohlendioxids zusammen mit hochreinem Wasser aus der Verbrennung des Permeat-Alkohols. Beide Stoffe werden dem entalkoholisierten Bier im Kühler 6 zur erfindungsgemäßen Anreicherung zugeführt. Dargestellt ist die Zuführung in Gasform. Sehr geschmacksschonend und kühltechnisch wirkungsvoll ist aber auch die noch weitergehende Abkühlung im Gaskühler 8, so daß die Anreicherung in Form von Eis und Trockeneis erfolgen kann.

Vorteilhaft ist die Erzeugung eines Unterdruckes im Gaskühler 8 mittels einer Vakuumpumpe 9. Das abzusaugende Gas muß einen Trockner 10 durchlaufen, der Zeolith enthält, dessen latente Energie im Zyklus Wasseraufnahme/Wasserabgabe genutzt werden kann. Um

DE 41 43 314 A1

3

4

der "Vergiftung" des Zeoliths durch Alkohol-Kondensat vorzubeugen, kann eine hydrophobe Membran, beispielsweise nach EP 01 92 143 vorgeschaltet sein oder den Trockner 10 allein ausmachen.

5

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung entalkoholisierten Bieres durch Pervaporation, dadurch gekennzeichnet, daß dem Bier vor der Pervaporation Kohlendioxid durch selektive Membranen entzogen und danach wieder zugesetzt wird, während eine Zuführung des Perments nach Ausnutzung der Verbrennungsenergie des Alkoholes erfolgt 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbrennungsenergie des Alkohols zur Kühlung des Bieres und/oder des Kohlendioxids und die Verbrennungsprodukte zur Wasser- und Kohlendioxidanreicherung des Bieres genutzt werden. 15 20
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbrennungsenergie des Alkohols zur Beheizung des Sudkessels bei der Bierherstellung genutzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbrennung des Alkohols mit durch selektive Membranen sauerstoffangereicherter Luft erfolgt 25

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

